

С. М. Капетула

# НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ЭКСТРАГИРОВАНИИ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

*В статье рассмотрены направления развития пищевых нанотехнологий. Дан анализ механизмов новых комбинированных процессов переноса на основе волновых бародиффузионных технологий. Рассмотрены энергетические аспекты использования этих технологий при экстрагировании*

**Ключевые слова:** масло амаранта, экстрагирование, бародиффузия

**Введение.** Использование принципов нанотехнологий (НТ) позволит существенно интенсифицировать процесс экстрагирования за счет эффекта комбинированного электрофизического воздействия импульсным электромагнитным полем (ИЭМП) [1].

**Постановка проблемы.** Технологии извлечения масла из зерен амаранта не отвечают современным требованиям. Процессы экстрагирования продолжительны, энергоемки.

**Цель.** Разработать технологии получения экологически безопасного масла амаранта с высоким содержанием ценных компонентов (сквалена, токоферолов и пр.) при снижении уровня энергетического воздействия, энергоемкости и продолжительности процесса экстрагирования.

**Анализ литературных источников по теме исследования.** Управление процессами переноса на уровне наномасштабных объектов пищевого сырья с помощью полного использования поверхностных явлений на наномасштабе отвечает определению НТ. Предметом исследований в пищевых НТ являются микроорганизмы (размер от 7 нм), нанопоры и нанокпилляры растительного сырья (от 5 нм), оболочки клеток (7...30 нм), белок (10...100 нм), полисахариды (1...10 нм) и молекулы воды ( $\approx 0,15$  нм). Именно на эти объекты нацелены основные этапы пищевых технологий [2].

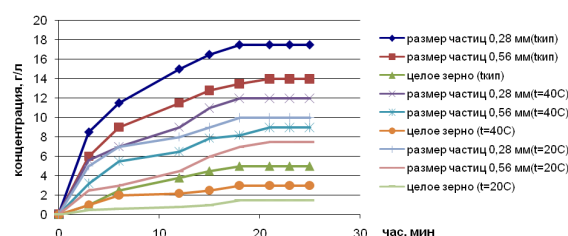
Научные основы пищевых НТ включают: гипотезу бародиффузионного переноса из наномасштабных элементов сырья [3], термодинамическую схему нанопроцесса и тепломеханическую модель растительной клетки [3, 4], кинетическую модель массопереноса [5]. Проведена классификация процессов пищевых НТ, обоснованы перспективные пути развития ПНТ [6]. Предложено число энергетического воздействия:  $Bu = N (r w d^2 \rho)^{-1}$  для учета влияния действия ИЭМП. Число  $Bu$  характеризует микро- и нанокинетику массопереноса бародиффузией [3, 5].

На сегодняшний день имеются факты, объяснять которые можно только с позиций нано-

наук (изменения и трансформации структуры вкусовых и ароматических комплексов продукта, стерилизация микроорганизмов при пониженных температурах и т.п.). Причина этих фактов общая – действие электромагнитного поля. [2...7]. В условиях коньячного производства прошли испытания экстрактора с электромагнитным интенсификатором. В технологии кофе степень извлечения компонентов из зерен повышается на 15 %. Энергетические затраты снижаются на 50 %. Опытные образцы растворимого жидкого 60 % концентрата кофе «ЖИКО» имеют высокие вкусовые характеристики [5].

Механизмы бародиффузии способны существенно интенсифицировать процессы активации сырья и инактивации микроорганизмов [7]. Использование нанотехнологических подходов позволило получить чистую воду с содержанием солей менее 4 мг/кг [8, 9], экологически чистый концентрат жидкого дыма, масла.

**Результаты исследований.** Методика экспериментального исследования заключалась в следующем. Целые и дробленные зерна помещали в стеклянную колбу и подвергали влиянию электромагнитного поля в течение 20 – 24 минут при разной мощности микроволнового поля. В процессе обработки температура реакционной массы повышалась до 68 – 70 °С [10]. Типичные кинетические зависимости процесса экстрагирования из растительного сырья (в данном случае зерна амаранта) представлены на рис. 1 и рис. 2.



**Рис. 1.** – Зависимость концентрации от времени при использовании растворителя – спирта

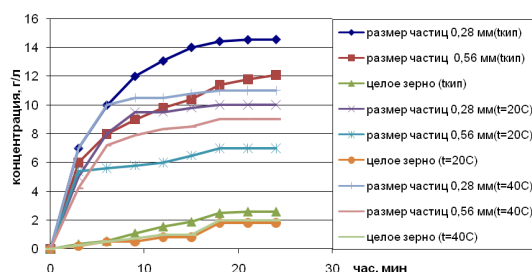


Рис. 2. – Зависимость концентрации от времени при использовании растворителя – гексана

Организация микроволновой обработки в процессе движения потока в внешнем циркуляционной контуре гарантирует развитие бародиффузионных процессов во всем объеме сырья. Такое решение, выбор экологически безопасного экстрагента и режимных параметров (кратность циркуляции и размеры частиц твердой фазы) обеспечивают получение масел высокого качества из растительного сырья (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный выход масла

Масса образца, кг	1,2	2,7
Растворитель	спирт	гексан
Время экстрагирования, мин	16	12
Температура, °C	76	40
Выход масла, %	5,75	3,8

Таблица 2

Сравнение показателей качества

Растворитель	Массовая доля сквалена, г/кг	Массовая доля токоферолов, мг/кг		
		А	β	δ
гексан	8,2	301	410	96
спирт	33,1	402	855	181

Из таблицы 2 видно, что при экстрагировании спиртом можно в четыре раза увеличить выход более ценного компонента – сквалена. Почти в два раза увеличился выход токоферолов. Полученные результаты доказывают высокую эффективность способа экстрагирования при использовании влияния микроволнового поля.

Достоинством бародиффузионных технологий есть то, что с их помощью улучшается выход из твердой фазы молекул и соединений. Именно это позволяет увеличить степень извлечения сквалена и токоферолов при производстве масла амаранта.

**Вывод.** В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что в сравнении с классическими технологиями интенсификации процесса тепломассопереноса при использовании МВ-технологий представляется реальным и очень перспективным.

## Литература

- Бурдо, О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств [Текст] / О.Г. Бурдо. – Одесса: Полиграф – 2008. – С. 244.
- Burdo, O.G. Heat pipes, heat pumps, refrigerators, power sources [Text] / O.G. Burdo, V.N. Bandura, I.I. Yarovoy, N.V. Ruzhitskaya // Proceedings of the VIII Minsk International Seminar Held in Minsk, Belarus, 12 – 15 September 2011. – Vol. 1. – p. 155 – 161.
- Бурдо, О.Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях [Текст] / О.Г. Бурдо // Инж.-физический журнал. Минск – т.78 – № 1 – 2005. – С.88 – 93.
- Бурдо, О.Г. Мікро – і нанотехнології – новий напрямок в АПК [Текст] / О.Г. Бурдо // Наукові праці. – Випуск 29 – Одеса: Одеська національна академія харчових технологій – 2006 – С. 3 – 9.
- Бурдо, О.Г. Экстрагирование в системе «кофе – вода» [Текст] / О.Г. Бурдо, Г.М. Ряшко // Одесса – 2007 – С. 176.
- Бурдо, О.Г. Нанотехнологии. Флагманские, перспективные и фундаментальные проекты в АПК [Текст] / О.Г. Бурдо // Наук. праці Од. націон. акад. харчових техн. – Одеса: 2006. – Вип. 28, Т2. – с. 242 – 251.
- Бурдо, О.Г. Процессы инактивации микроорганизмов в микроволновом поле [Текст] / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина // – Одесса: Полиграф – 2010 – С.200.
- Burdo, O.G. Intensification of processes of low-temperature separation of food solutions [Text] / O.G. Burdo, E.A. Kovalenko, D.A. Kharenko // Applaid Thermal Engineering, № 28 2008. – p. 311 – 316.
- Бурдо, О.Г. Техника блочного вымораживания [Текст] / О.Г. Бурдо, С.И. Милинчук, В.П. Мордынский, Д.А. Харенко. – Одесса: Полиграф, 2011 – С. 294.
- Бурдо, О.Г. Екстрагування олії з насіння амаранту та ріпака [Текст] / О.Г. Бурдо, С.М. Буйвол, В.М. Бандура, П.І. Светлічний // Збірник наукових праць ОНАХТ – 2009. – Вип. 36 – Т. 1 – С. 302 – 307.

## НАНОТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ПРИ ЕКСТРАГУВАННІ ІЗ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

С. М. Капетула

В статті розглянуто напрямки розвитку харчових нанотехнологій. Наведений аналіз механізмів нових комбінованих процесів переносу на основі хвильових бародифузійних технологій. Розглянуті енергетичні аспекти використання таких технологій при екстрагуванні.

**Ключові слова:** олія амаранту, екстрагування, бародифузія

*Світлана Михайлівна Капетула, аспірант кафедри процесів, апаратів та енергетичного менеджменту Одеської національної академії харчових технологій, тел. (093) 403-24-43, e-mail: sv2009\_buivol@mail.ru*

## NANOTECHNOLOGIES DEVELOPMENT IN EXTRACTION FROM RAW MATERIALS

S. Kapetula

The food nanotechnologies development directions have been considered in the paper. The analysis of new combined wave barodiffusion technologies based transport process mechanisms has been given. Energy aspects of using there technologies in extraction have been considered.

**Keywords:** amaranth oil, extraction process, barodiffusion

*Svetlana Kapetula, graduate student of Department of processes and devices, Odessa national academy of food technologies. tel. (093) 403-24-43, e-mail: sv2009\_buivol@mail.ru*